

**ANALISA PENGARUH PROSES QUENCHING MEDIA AIR
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
BAJA ST60 SETELAH MENGALAMI PACK CARBURIZING
DENGAN ARANG SEKAM PADI VARIASI MESH 80, 100, 120
DAN 140**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

PRIYO CONDRIO LAKSONO

D200160239

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH PROSES QUENCHING MEDIA AIR TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA ST60 SETELAH
MENGALAMI PACK CARBURIZING DENGAN ARANG SEKAM PADI
VARIASI MESH 80, 100, 120 DAN 140.**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

PRIYO CONDRIO LAKSONO
D200160239

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh

Dosen Pembimbing



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PROSES QUENCHING MEDIA AIR TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA ST60 SETELAH MENGALAMI PACK CARBURIZING DENGAN ARANG SEKAM PADI VARIASI MESH 80, 100, 120 DAN 140.

Oleh:

PRIYO CONDR O LAKSONO
D200160239

Telah diterima dan disahkan oleh Dewan Penguji Jurusan Teknik Mesin Fakultas
Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat tanggal, 18 Desember 2020

Dewan Penguji :

1. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T. (.....) (Ketua Dewan Penguji)
2. Kholqillah Ardhian Iman, S.T., M.Eng. (.....) (Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Sunardi Wiyono, M.T. (.....) (Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak pernah terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 Desember 2020

Penulis



PRIYO CONDRO LAKSONO
D 200 160 239

ANALISA PENGARUH PROSES QUENCHING MEDIA AIR TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA ST60 SETELAH MENGALAMI PACK CARBURIZING DENGAN ARANG SEKAM PADI VARIASI MESH 80, 100, 120 DAN 140.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki pengaruh variasi ukuran butir karbon terhadap kekerasan dan struktur mikro dari baja karbon ST 60 pada proses pack carburizing. Pada penelitian ini ukuran serbuk arang yang digunakan adalah mesh 80 (177 μm), 100 (149 μm), 120 (125 μm) dan 140 (105 μm). Dalam penelitian ini proses carburizing dilakukan pada temperatur 900°C dengan waktu penahanan 1 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi ukuran karbon mesh 80 (177 μm) nilai kekerasannya memiliki rata-rata 55,6 HRC. Pada mesh 100 (149 μm) rata-rata nilai kekerasannya adalah 57,2 HRC. Lalu pada mesh 120 (125 μm) rata-rata nilai kekerasannya adalah 57,3 HRC dan pada mesh 140 (105 μm) adalah 57,9 HRC. Untuk raw material memiliki rata-rata nilai kekerasan 66,7 HRB. Jadi raw material setelah di carburizing mengalami peningkatan kekerasan sebesar 413-450%.

Kata kunci: Carburizing, Quenching, Struktur Mikro, Kekerasan

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of variations in the grain size of carbon on the hardness and micro structure of ST 60 carbon steel in the pack carburizing process. In this study, the size of the charcoal powder used was 80 (177 μm), 100 (149 μm), 120 (125 μm) and 140 (105 μm) mesh. In this study, the carburizing process was carried out at a temperature of 900 ° C with a holding time of 1 hour. The results of this study indicate that the variation in the size of carbon mesh 80 (177 μm) has an average hardness of 55.6 HRC. In mesh 100 (149 μm) the average hardness value was 57.2 HRC. Then in mesh 120 (125 μm) the average hardness value was 57.3 HRC and in mesh 140 (105 μm) was 57.9 HRC. Raw material has an average hardness value of 66.7 HRB. So the raw material after carburizing experienced an increase in hardness by 413-450%.

Keyword: Carburizing, Quenching, Microstructur, Hardness

1. PENDAHULUAN

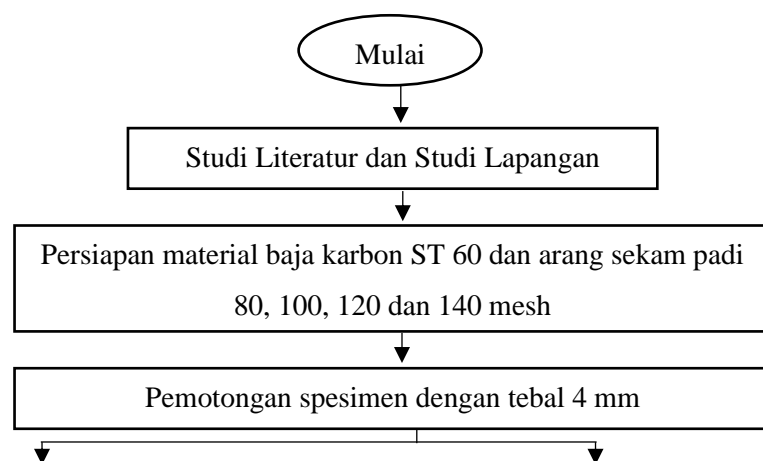
Baja adalah logam dengan campuran dari beberapa komposisi logam tetapi kandungan yang paling besar dari campuran tersebut adalah besi (Fe) dan Karbon (c). Salah satu dari sekian banyak jenis baja, salah satunya adalah

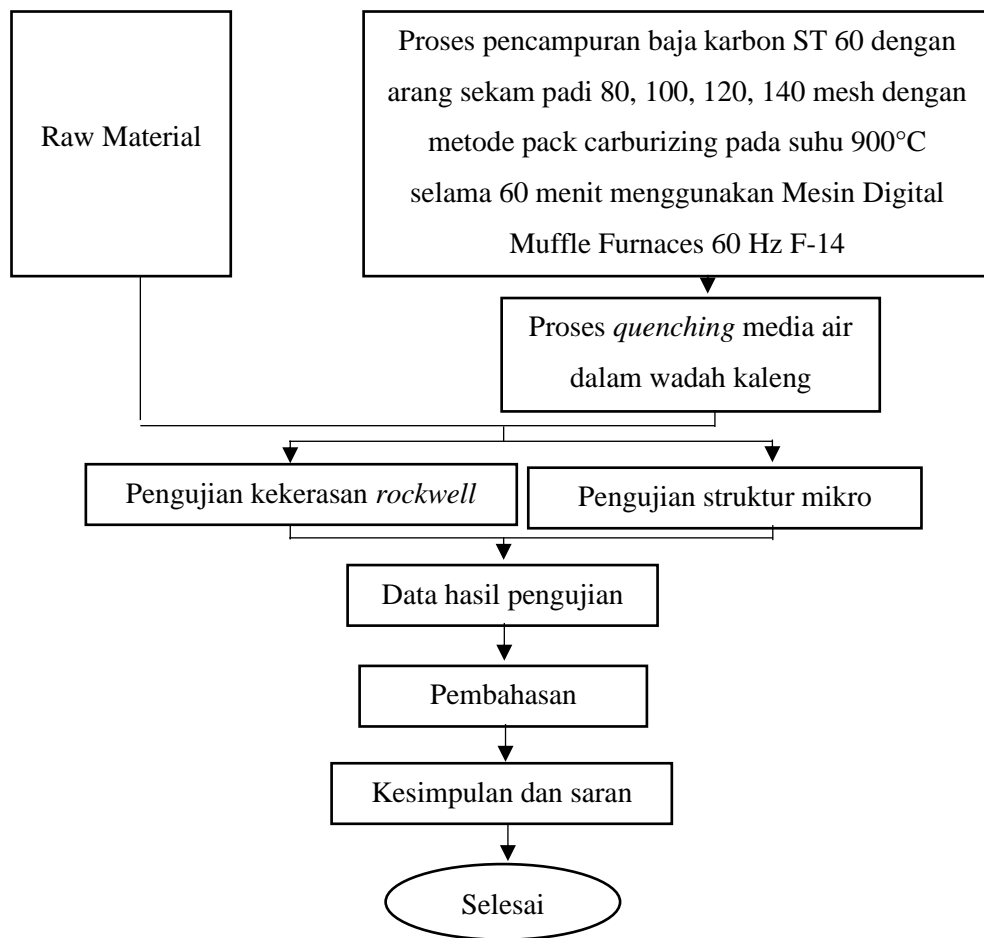
ST60. Baja ST60 tergolong dalam baja paduan karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mesin kendaraan bermotor dan industri. Untuk menambah kekerasan dari suatu baja maka digunakanlah proses *heat treatment* (perlakuan panas).

Carburizing (karburasi) adalah proses memasukkan karbon ke dalam permukaan baja. Proses karburasi adalah proses memanaskan material sampai diatas suhu kritis, yaitu 900°C - 950°C dalam lingkungan yang memberikan karbon pada material kemudian menahan temperaturnya dalam waktu tertentu kemudian mendinginkannya. Proses ini bertujuan memberikan karbon yang lebih banyak pada permukaan disbanding pada bagian inti material agar kekerasan permukaan meningkat (Afriany *et al.*, 2017).

Quenching merupakan proses pencelupan baja yang telah berada pada temperatur pengerasannya (temperatur *austenisasi*), dengan laju pendinginan yang sangat tinggi (*diquench*), agar diperoleh kekerasan yang diinginkan. Pada perlakuan *quenching* terjadi percepatan pendinginan dari dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari *austenite* menjadi *bainite* dan *martensite* untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Pengerasan maksimum yang dapat dicapai baja yang *diquench* hampir sepenuhnya ditentukan oleh konsentrasi karbon dan kecepatan pendinginan (Pratowo & Fernando, 2008).

2. METODE





Gambar 1. Diagram Alir

Langkah-langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

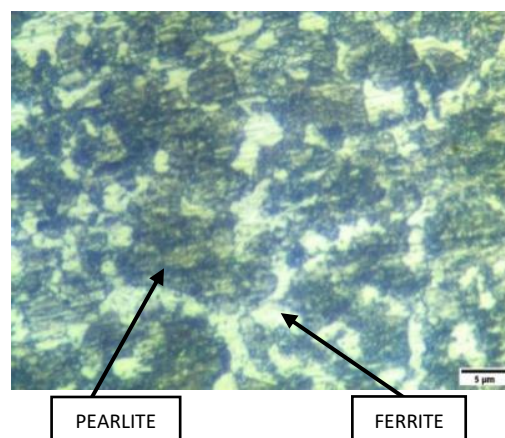
1. Mencari referensi mengenai proses carburizing, proses quenching, baja karbon, pengujian foto mikro, pengujian kekerasan baik dari buku, jurnal-jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir terdahulu.
2. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.
3. Pemilihan standart sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran specimen, proses penelitian dan proses pengujian.
4. Pemotongan specimen dengan ukuran diameter 28 mm x tebal 4 mm.
5. Proses pencampuran baja dengan serbuk arang sekam padi mesh 80, 100, 120 dan 140 dengan metode *carburizing* pada suhu 900°C selama 60 menit.
6. Setelah proses *carburizing* selanjutnya melakukan proses *quenching* dengan cara mendinginka ke media air.

7. Melakukan uji komposisi, foto mikro dan uji kekerasan *rockwell*.
8. Hasil pengujian yang sudah didapat dianalisa dan kemudian diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.

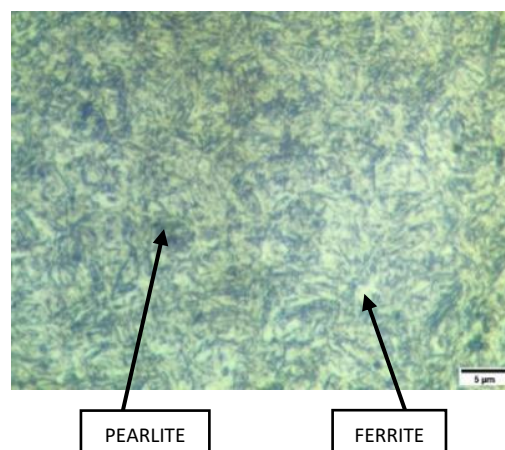
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Struktur Mikro

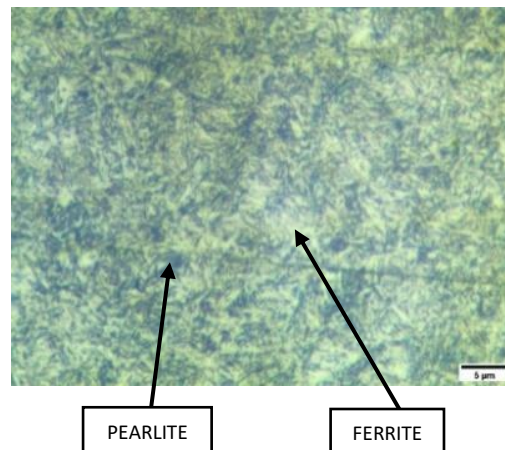
Dari pengujian struktur mikro dilakukan dengan mengambil foto mikro permukaan pada raw material sebelum melalui proses *carburizing* dan *quenching* dan sesudah melalui proses *carburizing* dan *quenching* yang berupa silinder baja dengan diameter 28 mm dan tebal 4 mm. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 1, 2, 3, 4 dan 5.



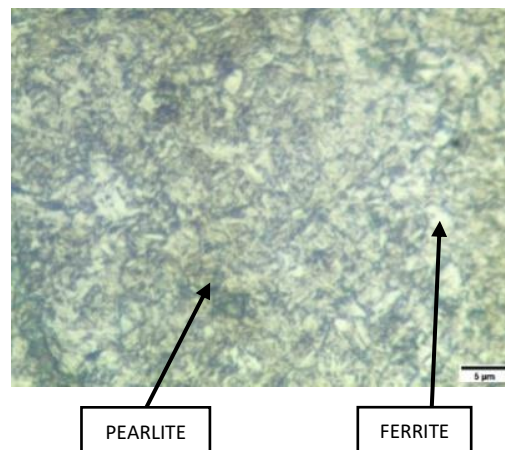
Gambar 2. Hasil Pengujian Metalografi Raw Material.



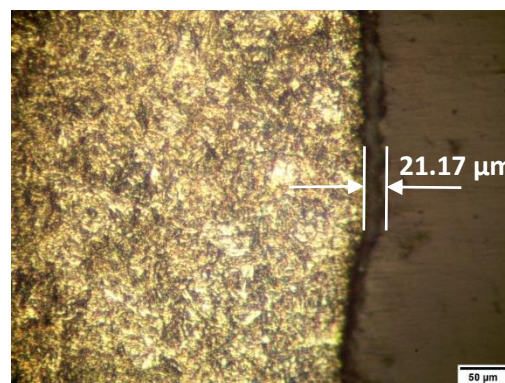
Gambar 3. Hasil pengujian metalografi sesudah *carburizing mesh 80*



Gambar 4. Hasil pengujian metalografi sesudah *carburizing mesh 100*



Gambar 5. Hasil pengujian metalografi sesudah *carburizing mesh 120*



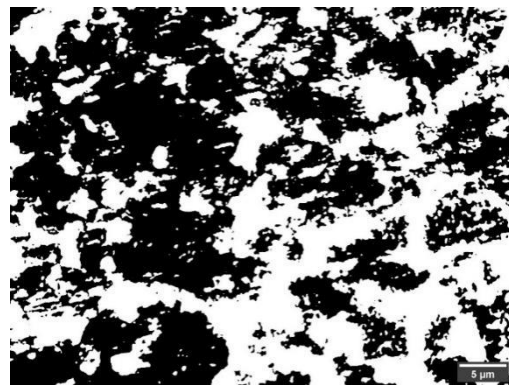
Gambar 6. Hasil pengujian metalografi sesudah *carburizing mesh 140*

Pada gambar 1 terlihat struktur mikro dari raw material sebelum proses *carburizing* dan *quenching*. Pada raw material masih terdapat banyak ferit dibandingkan dengan perlit. Hal tersebut didukung pada persentase area

pada tabel 1 dan gambar 6. Kristal ferit yang mempunyai sifat lunak lebih banyak mendominasi struktur baja. Sementara kristal perlit berada diantaranya dengan jumlah yang lebih sedikit. Perlit yang mempunyai sifat lebih keras dibandingkan dengan kristal ferit, hal ini juga mempengaruhi pengukuran kekerasan, karena jika mengenai kristal ferit akan ditemukan harga yang lebih rendah begitu juga sebaliknya.

Tabel 1. Material Sebelum dan Sesudah *Heat Treatment* Hasil dari Aplikasi ImageJ

| Material | Count | Total Area (μm^2) | Average Size (μm) | Area (%) | Mean |
|--------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|----------|------|
| Raw Material | 572 | 4051.164 | 7.082 | 46.491 | 255 |
| Mesh 80 | 1761 | 1058.967 | 0.601 | 48.61 | 255 |
| Mesh 100 | 1877 | 4113.543 | 2.192 | 47.207 | 255 |
| Mesh 120 | 668 | 4204.598 | 6.294 | 48.251 | 255 |
| Mesh 140 | 1749 | 4234.643 | 2.421 | 48.596 | 255 |



Gambar 7. *Raw Material* Hasil dari Aplikasi ImageJ

Pada gambar 2 terlihat bahwa *carburizing* dengan *mesh* 80 (177 μm) jumlah perlit lebih banyak dibandingkan dengan sebelumnya yaitu *raw material*. Hal tersebut didukung oleh persentase area pada tabel 1 dan gambar 7. Pada hasil uji mikro tersebut struktur martensit sudah terbentuk karena adanya pendinginan yang cepat. Kekerasan pun juga meningkat dibandingkan dengan *raw material*.



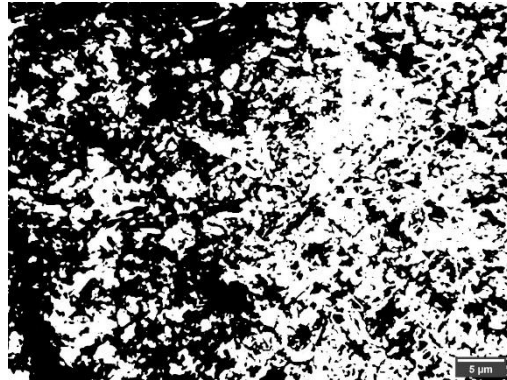
Gambar 8. *Carburizing Mesh 80* Hasil dari Aplikasi ImageJ

Pada gambar 3 terlihat bahwa *carburizing* dengan *mesh 100* ($149\ \mu\text{m}$) jumlah perlit menurun dari sebelumnya yaitu *carburizing mesh 80* dikarenakan beberapa factor yang mempengaruhinya, juga struktur karbon lebih halus jika dibandingkan dengan hasil *mesh 80* ($177\ \mu\text{m}$). Hal tersebut didukung oleh jumlah persentase area pada tabel 1 dan gambar dibawah ini yaitu gambar 8.

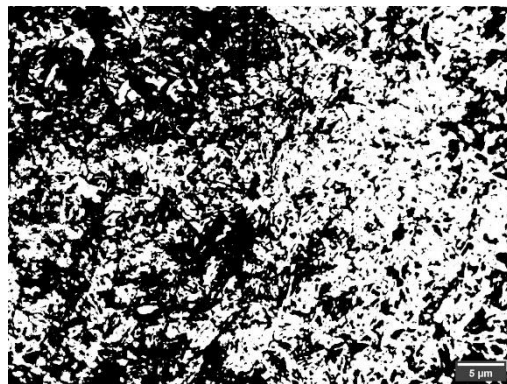


Gambar 9. *Carburizing Mesh 100* Hasil dari Aplikasi ImageJ

Pada gambar 4 dan gambar 5 terlihat bahwa *carburizing* dengan *mesh 120* ($125\ \mu\text{m}$) dan *140* ($105\ \mu\text{m}$) hasil uji struktur mikro menunjukkan martensit, lebih meningkat dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh ukuran arang sekam padi yang berbeda. Semakin kecil ukuran arang sekam padi maka akan semakin mudah karbon terdifusi ke permukaan baja. Hal tersebut didukung oleh hasil area (%) pada tabel 1 dan gambar 9 dan gambar 10 hasil dari aplikasi imageJ.



Gambar 10. *Carburizing Mesh* 120 Hasil dari Aplikasi ImageJ



Gambar 11. *Carburizing Mesh* 140 Hasil dari Aplikasi ImageJ

Dari hasil uji metalografi pada material *carburizing* dengan *mesh* 140 (105 μm) memiliki nilai *case depth* sebesar 21,17 μm. Data tersebut maka pengujian *carburizing* berhasil dilakukan.

3.2 Pengujian Kekerasan Rockwell

Kekerasan permukaan material di uji dengan menggunakan metode *Hardness Rockwell*. Pada uji *Hardness Rockwell* digunakan skala C dengan beban (P) major 150 kgf. Pengujian dilakukan pada kelima spesimen yaitu diantaranya *raw material* dan setelah mengalami *carburizing* mesh 80, 100, 120 dan 140. Pengujian diatas dilakukan pada masing-masing bahan uji sebanyak 3 titik sampel kemudian diambil nilai rata-ratanya. Hasil kekerasan pada baja karbon sebelum dan sesudah *carburizing* dapat dilihat pada table 2.

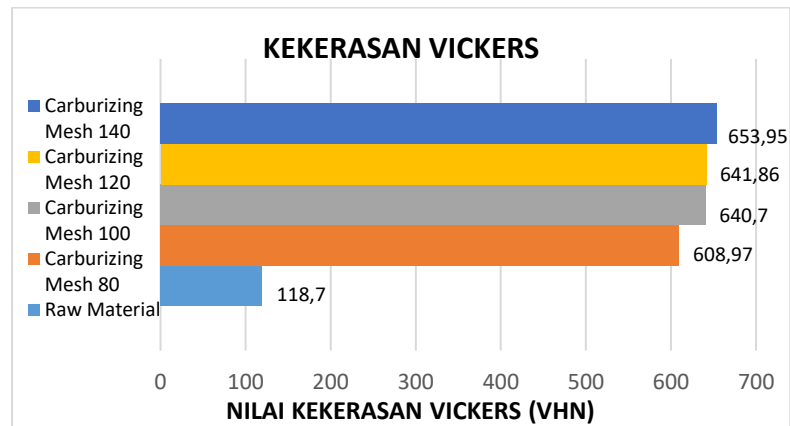
Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Sebelum dan Sesudah *Carburizing*

| No | Raw Material | Carburizin g 80 Mesh | Carburizin g 100 Mesh | Carburizin g 120 Mesh | Carburizin g 140 Mesh |
|-----------|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | HRB | HRC | HRC | HRC | HRC |
| 1 | 65 | 55,3 | 57,2 | 56,3 | 58,3 |
| 2 | 68 | 56 | 57,3 | 57,6 | 57,8 |
| 3 | 67 | 55,6 | 57 | 57,9 | 57,3 |
| Rata-rata | 66,7 | 55,6 | 57,2 | 57,3 | 57,9 |

Untuk mempermudah analisa mengenai hasil kekerasan dari raw material dan material setelah carburizing maka hasil kekerasan *Rockwell* dikonversikan ke *Vickers Hardness Number* (VHN) sesuai dengan ASTM E 140-02. Maka diperoleh tabel sebagai berikut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Dikonversi Ke *Vickers* (VHN) Sebelum dan Sesudah *Carburizing*.

| No | Raw Material | Carburizin g 80 Mesh | Carburizin g 100 Mesh | Carburizin g 120 Mesh | Carburizin g 140 Mesh |
|-----------|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | VHN | VHN | VHN | VHN | VHN |
| 1 | 116 | 605,3 | 643,99 | 625,22 | 666 |
| 2 | 121 | 613 | 645,11 | 648,49 | 650,74 |
| 3 | 119 | 608,6 | 633 | 651,87 | 645,11 |
| Rata-rata | 118,7 | 608,97 | 640,7 | 641,86 | 653,95 |



Gambar 12. Hasil Pengujian Kekerasan Sebelum dan Sesudah *Carburizing*

Terlihat bahwa nilai kekerasan *raw material* sebelum *carburizing* adalah 66,7 HRB, nilai kekerasan meningkat setelah material baja ST 60 diberi perlakuan carburizing dan penambahan karbon arang sekam padi dengan *mesh* 80 sebesar 55,6 HRC. Lalu pada *carburizing* dengan penambahan karbon *mesh* 100 menunjukkan nilai sebesar 57,2 HRC, meningkat lagi pada penambahan karbon dengan *mesh* 120 yaitu sebesar 57,3 HRC dan pada carburizing dengan karbon *mesh* 140 semakin meningkat menjadi 57,9 HRC. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran serbuk arang sekam yang semakin kecil membuat permukaan baja ST 60 semakin keras. Hal ini sesuai dengan penelitian Mujiyono & Sumowidagdo (2008) yaitu semakin kecil ukuran arang sekam padi maka kekerasan permukaan baja akan semakin meningkat.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data hasil pengamatan komposisi kimia, struktur mikro dan kekerasan *rockwell* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kekerasan *rockwell*, nilai kekerasan raw material sebelum *dicarburizing* dan *quenching* adalah 66,7 HRB, nilai kekerasan meningkat setelah material diberi perlakuan carburizing dengan arang sekam padi mesh 80 dan quenching sebesar 55,6 HRC, pada

penambahan karbon dengan mesh 100 menunjukkan nilai sebesar 57,2 HRC, pada penambahan karbon dengan mesh 120 nilai kekerasan meningkat menjadi 57,3 HRC, dan pada penambahan karbon dengan mesh 140 kekerasan meningkat sebesar 57,9 HRC. Dengan demikian ukuran serbuk arang sekam padi pada proses *carburizing* mempengaruhi kekerasan material karena semakin kecil ukuran serbuk arang sekam padi maka semakin luas permukaannya dan karbon yang terdifusi ke permukaan spesimen semakin banyak.

2. Pengujian struktur mikro raw material lebih banyak Kristal ferit dibandingkan dengan perlit. Sedangkan struktur mikro pada *pack carburizing* lebih banyak Kristal perlit dibandingkan dengan ferit. Hal ini menunjukkan bahwa benda kerja baja mengalami peningkatan kekerasan setelah mengalami proses *carburizing*.

4.2 Saran

Pada penelitian ini, bahwa masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis memberikan beberapa saran.

1. Dalam pemilihan bahan lebih diperhatikan lagi agar sesuai dengan syarat dan ketentuan yang ingin dicapai.
2. Pada saat proses quenching dengan menggunakan air sebaiknya menggunakan wadah yang cukup besar agar terhindar dari percikan air akibat terkena baja yang panas.
3. Pada saat melakukan pengujian carburizing, quenching, kekerasan dan foto mikro sebaiknya pada saat persiapan pengujian lebih diperhatikan standar pengujiaannya agar menghemat waktu pengerjaan dan hasil yang baik.
4. Pengujian kekerasan sebaiknya menggunakan uji kekerasan Rockwell Superficial dimana memiliki beban major yang lebih kecil untuk keakuratan dalam memperoleh hasil kekerasan pada permukaan spesimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriany, R., Asmadi, A., & Nuryanti, S. Z. (2017). Aalisa Pengaruh Variasi Katalis BaCO₃, NaCO₃ dan CaCO₃ Pada Proses Karburasi Baja Karbon Sedang Dengan Pendinginan Tunggal. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 4(1), 38. <https://doi.org/10.35449/teknika.v4i1.57>
- Bahtiar, Iqbal, M., & Arisandi, D. (2017). *Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Komersil Yang Mendapatkan Proses Pack Carburizing Dengan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Mekanikal*, 8(1), 686–696.
- Fhadillah, A., Budiarto, U., & Budi, A. W. (2017). *Analisa Sifat Mekanis Baja St 60 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Batok Katalis BaCO₃ Dan Quenching Dengan Oli Dan Air Garam. Teknik Perkapalan*, 5(2), 421–430.
- Heling, E., & Prayitno, D. (2019). *Pengaruh Karburisasi Yang Dilanjutkan Dengan Proses Quenching Dalam Media Air Terhadap Kekerasan Baja S45C*. 4(2), 63–68.
- Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). *Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan Smaw. Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 272–281.
- Kurniati, E. (2008). *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), 96–103.
- Mujiyono, & Sumowidagdo, A. L. (2008). *Meningkatkan Efektifitas Karburisasi Padat pada Baja Karbon Rendah dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa*. 10(1), 8–14.
- Mustofa, A., Jokosisworo, S., & S, A. W. B. (2018). *Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Lentur Putar dan Kekuatan Puntir Baja ST 41 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Quenching. Teknik Perkapalan*, 6(1), 199–206.
- Pratowo, B., & HR, A. F. (2008). *Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Stelah Mengalami Perlakuan Quenching. Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 1–30. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- William D. Callister, J. (2007). *Materials Science and Engineering*. In *Journal of Materials Science* (Seventh Ed, Vol. 26).